

ONDES ET SURVEILLANCE SISMOLOGIQUE

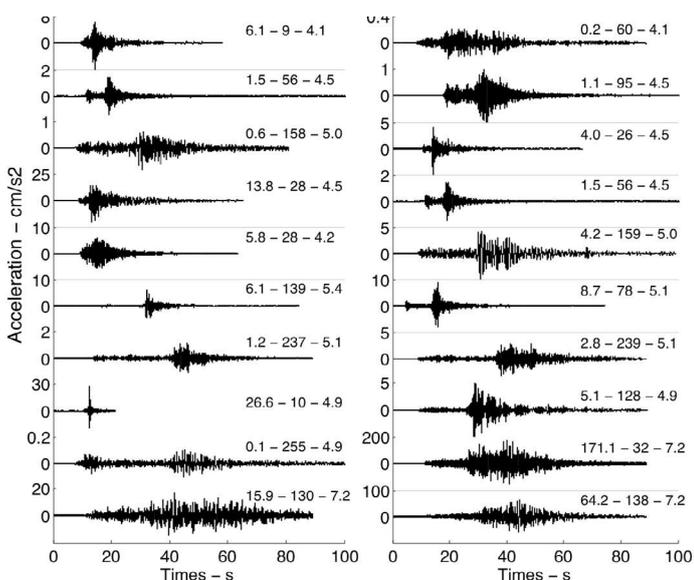
Si vous êtes près de l'épicentre d'un tremblement de terre, attendez-vous à entendre une forte détonation, suivie de secousses. Si vous êtes plus loin, le premier avertissement peut être un bruit soudain, un grondement ou l'oscillation du bâtiment dans lequel vous vous trouvez. Ensuite, vous sentirez une secousse, rapidement suivie d'un mouvement de roulement de haut en bas et de gauche à droite. C'est une expérience qui ne manque jamais d'être effrayante. Ces phénomènes correspondent au passage d'ondes sismiques de différentes natures, que les instruments de surveillance enregistrent.

LES ONDES SISMQUES

Concernant les tremblements de terre assez puissants pour endommager les bâtiments, les témoignages se focalisent sur l'effet des secousses sur ces infrastructures. Toutefois, quand il s'agit de séismes plus petits, les témoignages décrivent davantage la **perception du son qui précède ou accompagne la secousse**. Certains auteurs mentionnent en effet que la plupart des petits tremblements de terre produisent du bruit.

La rupture sismique, à l'origine du tremblement de terre, va libérer de l'énergie sous forme d'une multitude d'ondes sismiques. Ces ondes vont se propager différemment selon la nature du milieu. C'est notamment la vitesse de propagation des ondes qui va être déterminante par rapport aux matériaux qu'elles traversent.

Pour cette raison, enregistrer les tremblements de terre est vite devenu le fondement de la sismologie. Un séisme va rayonner des ondes dans toutes les directions : ces dernières traversent la terre avec des vitesses et des composantes de déplacement différentes.



Les enregistrements des tremblements de terre n'ont pas tous la même allure (Source: RAP). Tous les tremblements de terre ne génèrent pas autant d'ondes de surface que d'ondes de volume. Puisqu'elles ne voyagent pas à la même vitesse, toutes ces ondes vont se superposer sur les enregistrements des sismomètres. Les chiffres représentent l'accélération variable lisible sur l'accélérogramme, la distance entre le séisme et la station d'enregistrement et la magnitude du séisme.

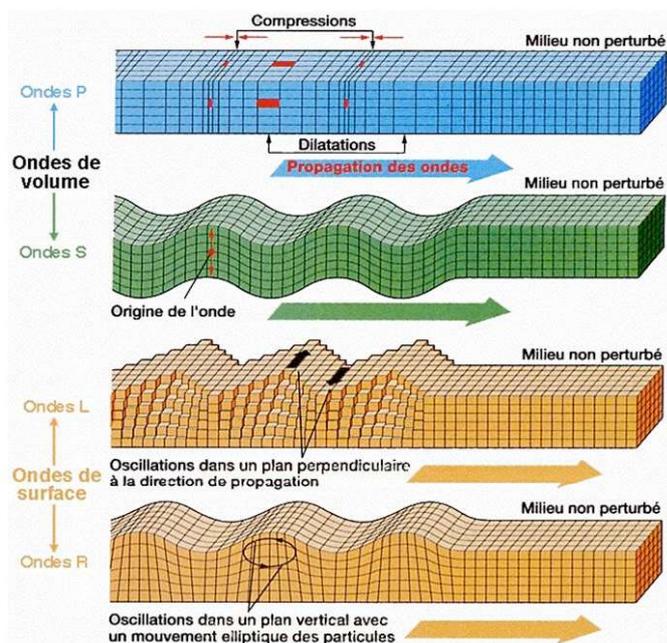
Ces données vont nous renseigner sur la structure interne de la Terre ainsi que sur la nature de la rupture sismique. On distingue en général les ondes de volume des ondes de surface.

LES ONDES DE VOLUME - Elles se propagent à l'intérieur de la Terre à grande vitesse (environ 6 km/s).

- Les **ondes de compression ou ondes primaires P** : elles sont responsables du grondement sourd qui accompagne un tremblement de terre puisqu'elles sont comparables aux ondes émises par une source sonore.
- Les **ondes secondaires S** ou **ondes de cisaillement** : elles sont plus lentes que les P. En mesurant la différence des temps d'arrivée des ondes P et S sur un sismogramme, il est possible de connaître la distance séparant l'hypocentre de la station de mesure.

LES ONDES DE SURFACE : Elles sont moins rapides que les ondes de volumes, elles provoquent néanmoins des amplitudes importantes.

- Les **ondes du Love** comparables aux ondes S sans le mouvement vertical.
- Les **ondes de Rayleigh** qui génèrent des mouvements complexes du sol, semblables à un objet au sein d'une vague.



Exemples de propagations des ondes sismiques. On distingue les ondes de volume (P et S) des ondes de surface (Love L et Rayleigh R).

LE BRUIT D'UN SÉISME

Certains témoignages font mention de bruits survenant lors des séismes. Ces sons, qui peuvent s'apparenter parfois à un grondement ou à une explosion, sont générés par les ondes sismiques qui rayonnent depuis la source du séisme. Les ondes générées par la rupture vont atteindre la surface où elles vont se transmettre dans l'air sous forme d'ondes sonores.

LES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE

Plusieurs types d'instruments de surveillance sismologique existent et chaque appareil est destiné à enregistrer un type d'onde. Les principaux instruments utilisés sont les capteurs vélocimétriques courte-période, vélocimétriques large-bande et les capteurs accélérométriques.

LES RÉSEAUX VÉLOCIMÉTRIQUES COURTE-PÉRIODE

Ils servent à enregistrer la **vitesse de déplacement du sol**. Ils permettent de détecter les moindres mouvements générés par des ruptures tectoniques de petites dimensions (failles). On les appelle courte-période car ils sont conçus pour enregistrer les ondes de volumes au-delà de 1Hz, c'est-à-dire celles générées par des séismes proches. Les stations sont installées dans des endroits isolés afin de ne pas être polluées par les vibrations générées par l'activité humaine.

LES RÉSEAUX VÉLOCIMÉTRIQUES LARGE-BANDE

Ils permettent l'**enregistrement à grande distance des ondes sismiques** générées par les grands tremblements de terre. Toutes les ondes sont enregistrées, en particulier celles qui traversent la Terre (ondes de volume) et qui servent à étudier sa structure interne. On les appelle large-bande car ils détectent des ondes qui, à grande distance, ont des **longues périodes de vibration** (plusieurs secondes). On les installe en général tout autour du globe, dans des endroits calmes afin d'avoir des niveaux de détection très bas.

LES RÉSEAUX ACCÉLÉROMÉTRIQUES

Ils servent à mesurer l'**accélération du sol** générée par des tremblements de terre **forts et proches**. Ils sont large-bande et contrairement aux réseaux vélocimétriques très sensibles, ils permettent d'obtenir l'amplitude de la sollicitation sans saturer. Ils servent principalement aux ingénieurs afin de **connaître le mouvement contre lequel se protéger et aux sismologues** qui s'intéressent aux mécanismes de la rupture sismique le long des grands accidents géologiques. En général, on les installe là où il y a des enjeux, c'est-à-dire en ville ou à proximité d'installation particulière.

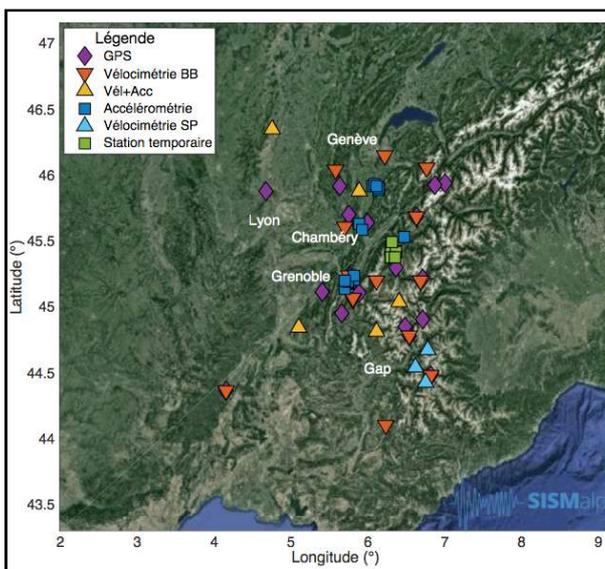
« En la dite année le 6ème dudit mois [octobre] à 8 heures du soir en un temps serain et beau, il se fit un double tremblement de terre presque coup sur coup sous un bruit sourd qui surprit tout le païs comme étant une chose icy fort extraordinaire. »

— *Témoignage lors du tremblement de la Sarthe de 1711*

« Un grand bruit comme une poche de gaz qui explosait et après on a ressenti comme une onde de choc [...] »

« J'ai cru que quelque chose avait imploré au rez-de-chaussée (bouteille de gaz) ou qu'un très gros objet s'était écrasé tout proche de la maison. »

— *Commentaires associés aux témoignages pour le séisme du 12/02/2018 à 03h08 ; Séisme à 23 km de Fontenay-le-Comte (département 85, 4h08 locale, profondeur 10km, Magnitude 4.7) selon BCSF-RENASS*



RÉSEAU SISMOLOGIQUE ET GÉODÉSIQUE FRANÇAIS - RESIF : Depuis 2010, un programme de modernisation des services d'observation en science de la Terre a été lancé. Bénéficiant du statut d'Équipement d'Excellence, ce programme a permis de doter la France d'un réseau moderne de surveillance de la sismicité, alliant les différentes composantes: géodésique, accélérométrique, gravimétrique, vélocimétrique.

Ces stations transmettent en temps réel les données et celles-ci sont stockées, sauvegardées, contrôlées au centre de données de RESIF localisé à Grenoble (ISTerre) et hébergé par l'Université de Grenoble Alpes.

Ce centre de données respecte les standards internationaux et est ainsi interconnecté avec les centres européens et américains. Cette réalisation a permis de positionner la France parmi les meilleurs réseaux de surveillance, en garantissant ainsi la mise à disposition de données de grande qualité aux scientifiques.

Localisation des points d'observation dans les Alpes, gérés par SISMalp (ISTerre/université de Grenoble Alpes). Chaque point correspond à un type d'instrument, tous appartenant aux Réseau Sismologique et Géodésique Français RESIF

LES SÉISMES FONT DU BRUIT. Parmi la multitude d'ondes qu'ils génèrent, l'onde P peut être entendue par l'Homme. Des instruments, plus sensibles que l'Homme, permettent d'enregistrer la totalité des ondes et de se représenter la structure de la terre et la mécanique de la rupture. Certains instruments permettent également de mesurer le mouvement du sol pour lequel les ingénieurs devront construire des habitations résistantes. L'étude des ondes sismiques permet d'enrichir notre connaissance des tremblements de terre et de la structure profonde et superficielle de la Terre.